

**STUDI EKSPERIMEN FLASH DRYER DENGAN VARIASI
VOLUME FLOW RATE UDARA PADA PENGGUNAAN 1
CYCLONE DAN 2 CYCLONE TERHADAP KUALITAS HASIL
PENGERINGAN UNTUK MENGERINGKAN TEPUNG
TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik :**

**ANISA NUR WIDYA
D200150245**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI EKSPERIMEN FLASH DRYER DENGAN VARIASI VOLUME FLOW RATE UDARA PADA PENGGUNAAN 1 CYCLONE DAN 2 CYCLONE TERHADAP KUALITAS HASIL PENGERINGAN UNTUK MENGERINGKAN TEPUNG TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

ANISA NUR WIDYA

D200150245

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Sartono Putro, M.T

NIK. 737

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN FLASH DRYER DENGAN VARIASI VOLUME FLOW RATE UDARA PADA PENGGUNAAN 1 CYCLONE DAN 2 CYCLONE TERHADAP KUALITAS HASIL PENGERINGAN UNTUK MENGERINGKAN TEPUNG TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG

OLEH

ANISA NUR WIDYA

D200150245

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Senin, 13 Mei 2019

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Sartono Putro, M.T.

(.....)

(Ketua Dewan Penguji)

2. M. Syukron, S.T., M.Eng., Ph.D

(.....)

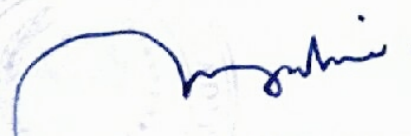
(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Sunardi Wiyono, M.T

(.....)

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 Mei 2019

Penulis



ANISA NUR WIDYA

D200150245

STUDI EKSPERIMEN FLASH DRYER DENGAN VARIASI VOLUME FLOW RATE UDARA PADA PENGGUNAAN 1 CYCLONE DAN 2 CYCLONE TERHADAP KUALITAS HASIL PENGERINGAN UNTUK MENGERINGKAN TEPUNG TAPIOKA DENGAN MASSA 2 KG

Abstrak

Singkong merupakan komoditi yang mudah rusak dan tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Untuk mengurangi resiko kerusakan tersebut, singkong dapat diolah menjadi makanan lain yang memiliki masa penyimpanan yang sangat panjang, salah satunya adalah tepung tapioca. Salah satu cara untuk mengolah singkong menjadi tepung tapioca adalah dengan melalui proses pengeringan terhadap endapan singkong parut menggunakan mesin flash dryer. Cara kerja dari mesin flash dryer adalah bahan basah yang akan dikeringkan dimasukkan melalui inlet (feeder), kemudian dibawa menuju hammer mill dengan menggunakan screw conveyor. Di dalam hammer mill bahan basah akan diberikan kalor yang berasal dari air heater, sehingga terjadi perpindahan kalor dan massa. Selanjutnya, udara panas dan butiran produk akhir bergerak menuju cyclone. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas hasil pengeringan dengan parameter massa tepung akhir, temperature tepung akhir, waktu tinggal, kadar air dan efisiensi pengeringan. Pengeringan dilakukan dengan variasi volume flow rate dan jumlah cyclone. Variasi volume flow rate yaitu $0,0554 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,1221 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,1933 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,2656 \text{ m}^3/\text{s}$ dan jumlah cyclone yang digunakan adalah single cyclone dan double cyclone. Temperatur udara panas selalu konstan, yaitu 120°C . Hasil pengeringan bernilai optimum ketika penggunaan double cyclone dengan volume flow rate $0,0554 \text{ m}^3/\text{s}$, dengan hasil yang didapatkan adalah waktu tinggal yaitu 7,75 detik, temperature tepung setelah pengeringan yaitu 41°C , massa tepung akhir yaitu 1,65 kg dengan kadar air 13,131% yang menghasilkan efisiensi pengeringan sebesar 6,0207%.

Kata Kunci: flash dryer, double cyclone, debit aliran udara, kualitas hasil pengeringan, efisiensi pengeringan

Abstract

Cassava is fragile damage commodity and couldn't be stored for long time. To reduce those damaging risks, cassava can be processed into other product so that it could be storage for a long time, such as tapioca flour. One of many ways to process cassava into tapioca flour is through drying process on grated cassava starch use machine flash dryer. The flas dryer machine works by entering wet material that would be dried into inlet (feeder), and then brought into the hammer mill using screw conveyor. Then, heat given to the wet product from the air heater, so a heat

and mass transfer process occurred. Hot air and the drying product then brought to the cyclone after the process. This research is aimed to determine the drying product quality using the parameter of flour final mass, temperature of final flour, residence time, moisture rate, and drying efficiency. The volume flow rate variations used were $0,0554 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,1221 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,1933 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,2656 \text{ m}^3/\text{s}$ by using single cyclone and double cyclone. The optimum drying result obtained when using double cyclone with volume of cold fluid flow rate was $0,0554 \text{ m}^3/\text{s}$ with the results obtained are residence time is 7,75 sekon, temperature of final flour is 41°C , mass of final flour is 1,65 kg, moisture content is 13,131% and drying efficiency is 6,0207%.

Keywords : flash dryer, double cyclone, volume flow rate, drying products quality, drying efficiency

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, singkong merupakan produksi hasil pertanian pangan ke dua terbesar setelah padi dengan total produksi mencapai kurang lebih 20 juta ton per tahun (BDPD,2018), sehingga singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi produk pangan dan industri. Singkong merupakan komoditi yang mudah rusak dan tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Hal ini menyebabkan singkong yang baru dipanen harus dipindahkan secara cepat dari ke lokasi pengolahan singkong. Selain itu, singkong yang telah dipanen sangat peka terhadap jamur dan mikroba lain. Untuk mengurangi resiko kerusakan tersebut, singkong dapat diawetkan menjadi olahan makanan yang memiliki masa penyimpanan yang sangat panjang, salah satunya adalah tepung tapioca. Hal ini disebabkan karena tanaman ini merupakan bahan baku yang paling potensial untuk diolah menjadi tepung .

Tepung yang berasal dari singkong ada beberapa macam yaitu tepung singkong dan tepung tapioka. Perbedaanannya adalah tepung singkong berasal dari singkong yang telah dikupas, dibersihkan dan dikeringkan, kemudian singkong yang telah dikeringkan tersebut mengalami proses pengeringan. Namun untuk tepung tapioca berasal dari pati singkong, dimana singkong yang telah dikupas dan dicuci dengan air yang mengalir mengalami proses pamarutan. Parutan singkong diperas melalui saringan sampai patinya keluar semua. Air perasan

tersebut kemudian diendapkan. Hasil endapan pati kemudian dipisahkan dari air yang mengapung. Sedangkan gumpalan pati (endapan pati) dirempahkan dengan alat molen sehingga bentunya butiran kasar, selanjutnya dikeringkan menggunakan mesin dryer (Badan Litbang Pertanian Penelitian et al., 2011)

Pengeringan adalah proses penguapan dari kadar air dengan perpindahan kalor dan massa diantara permukaan produk tersebut, sehingga terjadi proses pengurangan kadar air. Selain itu, pengeringan merupakan difusi yang dikontrol, dimana menyatakan secara tidak langsung bahwa resistensi dari aliran massa di dalam partikel zat padat menentukan kecepatan pengeringan (Verdijck, Weiss, & Preisig, 1998)

Pada umumnya, untuk proses pengeringan pada produk pangan khususnya dalam pembuatan tepung yang dilakukan oleh masyarakat pada umumnya masih menggunakan peralatan pengeringan yang sangat sederhana dengan cara konvensional yaitu penjemuran dengan memanfaatkan secara langsung pada sinar matahari. Hal ini memiliki beberapa kendala, yaitu menyebabkan waktu pengeringan menjadi lebih lama dan pengeringan tergantung kepada cuaca, sehingga tidak memungkinkan untuk memproduksi tepung tapioca dalam jumlah yang banyak. Oleh sebab itu, penelitian ini akan menggunakan tepung kanji/tepung tapioca yang akan dikeringkan menggunakan mesin flash dryer.

Terdapat beberapa mesin dryer, diantaranya adalah swirling fluidized dryer, rotary dryer, spin flahs dryer, pneumatic dryer. Untuk tepung tapioca yang digunakan adalah Pneumatic drayer (flash drayer). Dikarenakan, mesin ini digunakan untuk mengeringkan pasta menjadi butiran butiran halus.

Prinsip kerja dari alat pengeringan tipe flash dryer. Pada pengeringan menggunakan system flash dryer, kalor dari air heater diangkut dan dipindahkan ke bahan tepung secara konveksi. Pengeringan flash lebih sesuai digunakan sebagai pengeringan yang cepat untuk menghilangkan kadar air pada permukaan bahan, karena hal ini hanya membutuhkan waktu pengeringan yang singkat (Bunyawichakul, 2006). Pada umumnya, penggunaan flash dryer pada industry skala menengah hanya menggunakan satu cyclone.

Penelitian ini akan menggunakan flash drayer menggunakan 2 cyclone dimana cyclone yang kedua digunakan untuk menerima sisa tepung yang terhempas dari output cyclone pertama. Penulis akan memvariasikan jumlah cyclone dengan volume flow rate. Variasi dari debit aliran atau volume flow rate (\dot{V}_c) yang digunakan yaitu $0,0554 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,1221 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,1933 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,2656 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan 1 cyclone dan 2 cyclone dengan variasi volume flow rate terhadap kualitas proses pengeringan. Parameter kualitas proses pengeringan terbaik adalah waktu tinggal, massa tepung yang keluar dan kadar air tepung keluar. Sehingga didapatkan penggunaan cyclone yang terbaik dengan volume flow rate yang tinggi untuk menghasilkan kualitas pengeringan yang terbaik.

Romanus Krisantus T.N dan Hideto Yoshida (2009) melakukan penelitian tentang perbandingan kinerja pemisahan antara penggunaan satu dan dua inlet *hydrocyclone* dengan ukuran partikel basah 0,5wt% dengan diameter rata-rata $2,1 \mu\text{m}$ diuji dengan menggunakan *hydrocyclone* 20 mm dengan perbandingan aliran dibawah 15%. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil efisiensi hasil partikel pada *hydrocyclone* dengan dua inlet lebih bagus daripada penggunaan satu inlet dengan kecepatan aliran yang sama, karena peningkatan kecepatan tangensial pada permukaan bahan yang disebabkan oleh penambahan aliran dari *hydrocyclone* dua inlet.

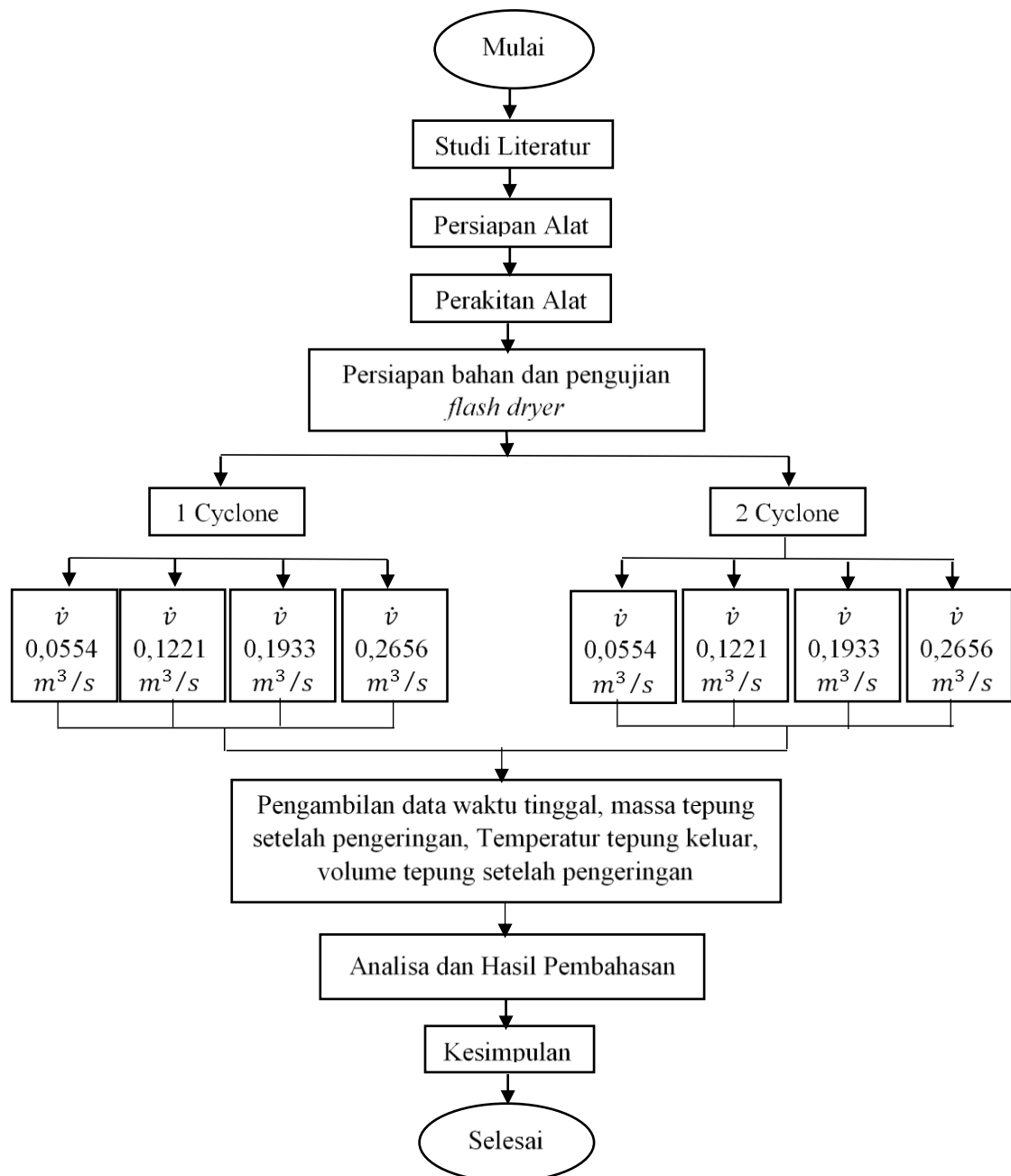
Joko Nugroho, dkk (2012) melakukan penelitian tentang proses pengeringan singkong parut dengan menggunakan *Pneumatic Dryer* dengan kadar air singkong parut sebesar 60%, dikeringkan dengan menggunakan variasi laju aliran udara $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,11 \text{ m}^3/\text{s}$ dan variasi temperature dilukan dengan mengatur jumlah *heater* yang digunakan, yaitu 1 *heater*, 2 *heater*, dan 3 *heater*. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil kadar air terendah sebesar 6,52% pada laju aliran $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan penggunaan 3 *heater*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu udara yang digunakan untuk pengeringan, maka penurunan kadar air bahan juga .

Suherman dan Nur Hidayati (2018) melakukan penelitian Performance Evaluation of *Pneumatic Dryer* for Aren (*Arenga Pinata*) Flour dengan *feed flow rate* 10 g/minute pada temperature 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C. Pada penelitian ini didapatkan kadar air terendah 10,3% pada kecepatan 2,8 m/s dan kadar air tertinggi pada 14,4% pada kecepatan 5,1 m/s. Kemudian dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran udara, maka kandungan kadar air juga semakin besar, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan akan menjadi semakin cepat. Kemudian semakin tinggi laju aliran udara yang digunakan, nilai efisiensi pengeringan akan cenderung mengalami penurunan, dengan catatan bahwa proses pengeringan terjadi pada suhu yang sama.

Sulaiman Rasyid (2016) menggunakan Variasi Ketinggian *Cyclone Separator* pada ketinggian 1 m, 2 m dan 3 m dengan menggunakan 1 *Cyclone* dan 2 *Cyclone* terhadap kualitas hasil pengeringan. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan 1 *cyclone* menyebabkan pergerakan aliran udara menjadi bebas, sehingga penurunan kadar air lebih cepat. Namun untuk penggunaan 2 *cyclone*, penurunan kadar air lebih lama disebabkan karena sambungan antara *cyclone* 1 dan *cyclone* 2 memberikan hambatan pada aliran udara panas.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Pengujian

2.2.1 Bahan Pengujian :

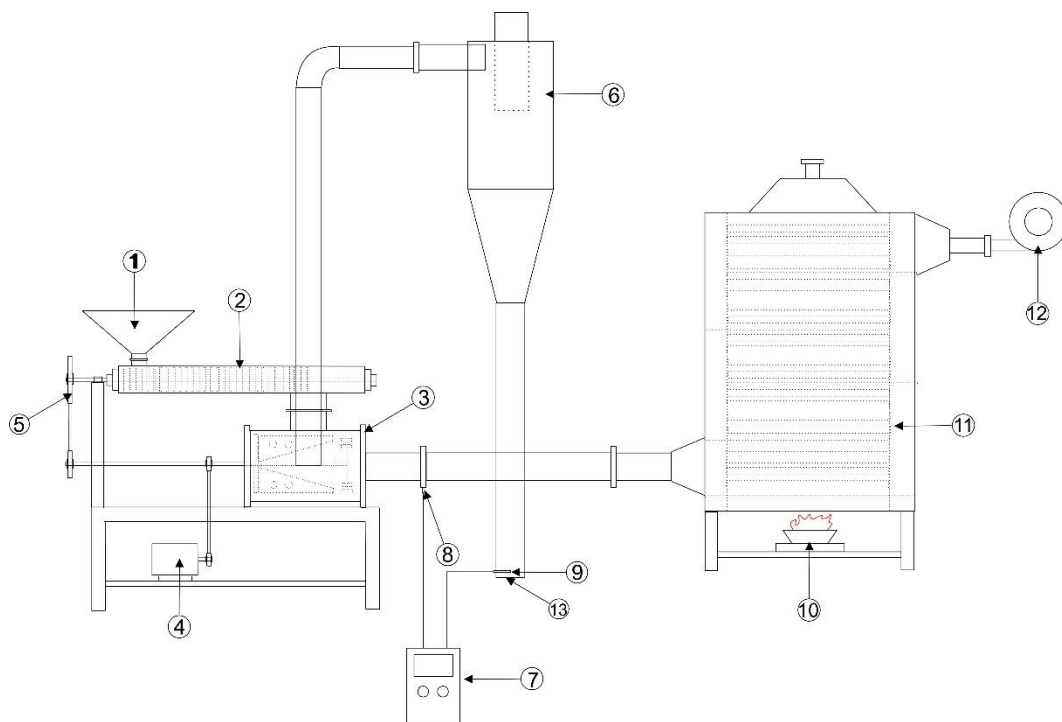
- 1) Tepung tapioca 2 kg
- 2) Air 1,3 L
- 3) Udara
- 4) Tabung LPG 3 kg

Tabel 1. Alat-Alat yang Digunakan Saat Pengujian

No	Alat Pengujian	Fungsi
1.	Inlet	Tempat masuknya adonan tepung
2.	<i>Screw Conveyor</i>	Berbentuk spiral berguna untuk mengantarkan adonan tepung yang masuk dari inlet menuju ke <i>hammer mill</i>
3.	<i>Hammer Mill</i>	Ruang pengeringan dimana adonan basah akan dihancurkan menggunakan pisau dan didinginkan menggunakan udara panas yang berasal dari <i>air heater</i>
4.	<i>Cyclone</i>	Media penyalur butiran tepung kering menuju outlet dan memisahkan antara butiran tepung kering dengan udara panas
5.	<i>Pulley</i>	Mentransmisikan gerak dari poros <i>hammer mill</i> menuju poros <i>screw conveyor</i> dan digunakan untuk mengatur putaran yang digunakan pada <i>flash dryer</i>
6.	<i>V- Belt</i>	Untuk meneruskan putaran yang berasal dari <i>pulley hammer mill</i> menuju <i>pulley screw conveyor</i> .
7.	Blower	Sebagai suplai udara
8.	<i>Air Heater</i>	Sebagai tempat untuk memanaskan udara yang berasal dari blower, dimana udara tersebut akan digunakan untuk mengeringkan tepung.
9.	Kompor	Sebagai sumber panas
10.	Motor Listrik	Sebagai sumber penggerak <i>screw conveyor</i> dan <i>hammer mill</i>

Tabel 2. Alat Ukur yang digunakan dalam pengujian

No	Alat Ukur	Fungsi
1.	<i>Thermocouple</i>	Mengukur temperatur dalam pipa pada hammer mill dan saluran keluar tepung
2.	<i>Anemometer</i>	Mengukur kecepatan aliran udara
3.	<i>Stopwatch</i>	Menghitung lamanya tepung masuk dan tepung keluar
4.	<i>Tachometer</i>	Mengukur putaran pully
5.	Gelas Ukur	Mengukur volume air adonan tepung dan volume tepung kering
6.	Timbangan	Menimbang massa tepung sebelum dan sesudah dikeringkan

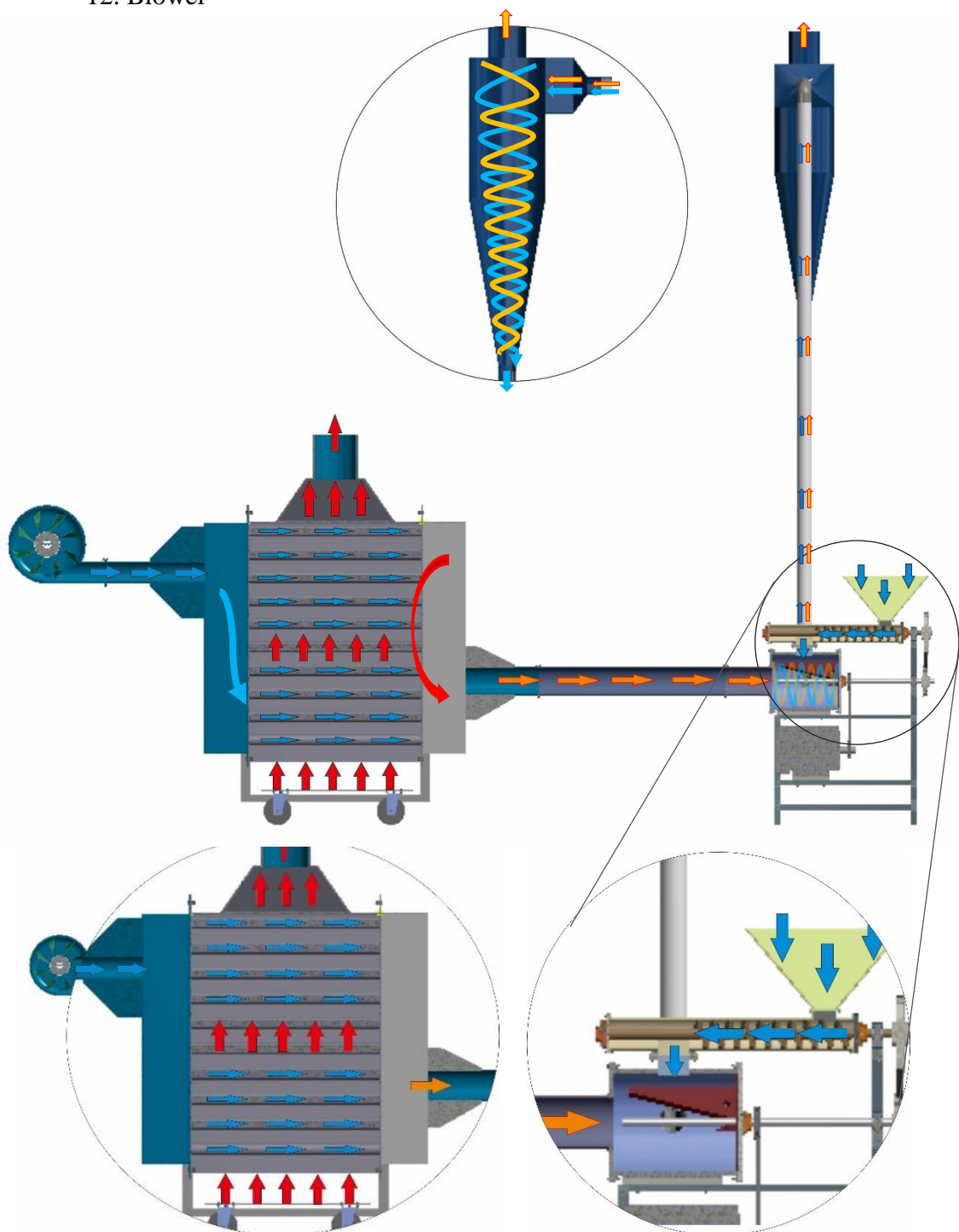


Gambar 2. Skema Instalasi Alat Penelitian

Keterangan :




1. Inlet Adonan Tepung
2. *Screw Conveyor*
3. *Hammer Mill*
4. Motor Listrik
5. *Pully & Belt*

6. *Cyclone*
7. *Thermocouple*
8. *Thermoreader (T_{hi})*
9. *Thermoreader (T_{ho}, T_{co}, T_{po})*
10. *Kompor Gas*
11. *Air Heater*
12. *Blower*



Gambar 3. Skema aliran fluida pada *flash dryer*

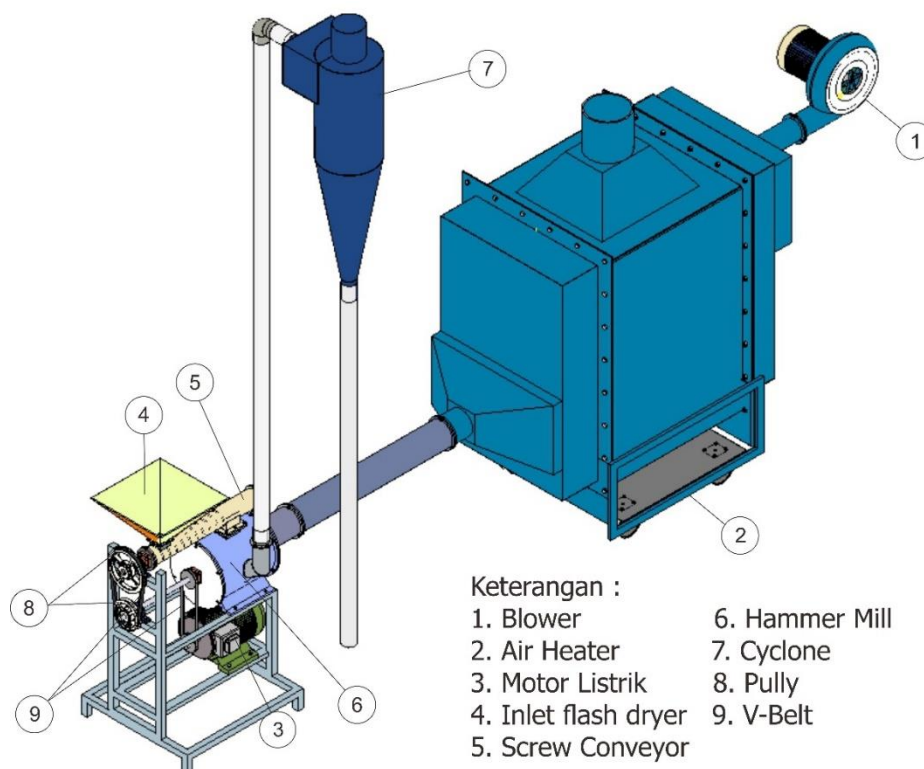
Keterangan :

-  : Aliran Fluida Dingin
 : Aliran Fluida Panas
 : Aliran Fluida Panas (Aliran Fluida dingin yang dipanaskan menggunakan *air heater* sehingga berubah menjadi fluida panas)

2.3 Prosedur Pengujian

2.3.1 Variasi Jumlah *Cyclone* dan *Volume Flow Rate* Udara

Instalasi pengujian terdiri dari instalasi *flash dryer* dan *air heater* pada penggunaan 1 cyclone seperti gambar 4.. Dan instalasi *flash dryer* dan *air heater* pada penggunaan 2 cyclone seperti gambar 5.



Gambar 4. Instalasi alat pengujian pada penggunaan 1 Cyclone

2.3.2 Pengambilan Data

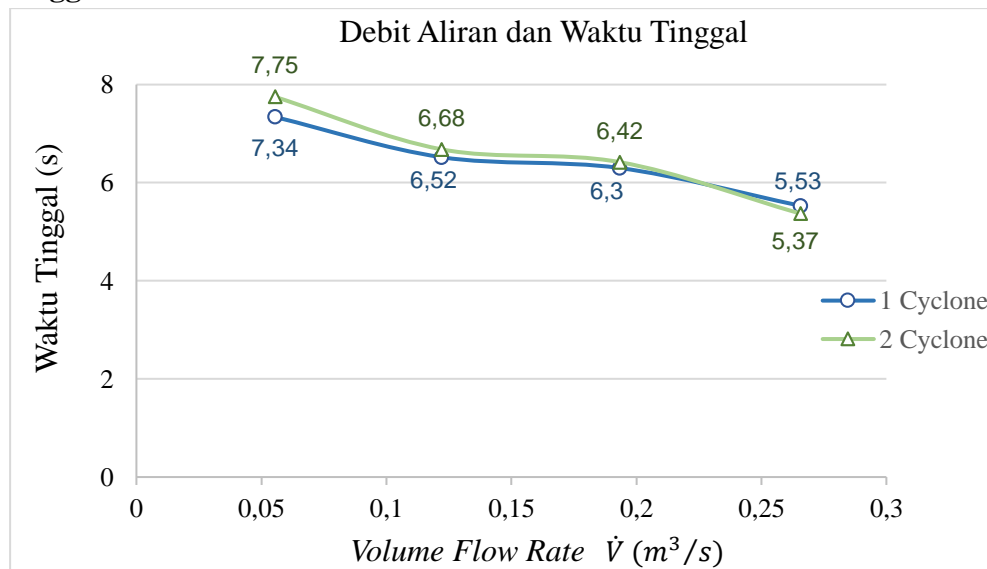
Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memasang dan memastikan alat terinstalasi seperti pada gambar 3.25 instalasi alat pengujian pada penggunaan 1 cyclone.
2. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian, serta memastikan alat ukur dapat berfungsi dengan baik
3. Memasang alat ukur yang akan digunakan pada pengujian
4. Menyalakan kompor untuk memanaskan *air heater* hingga diperoleh temperature masuk udara panas (T_{hi}) 120°C.
5. Ketika menunggu untuk memanaskan *air heater*, membuat adonan tepung dengan mencampurkan 1,3 L air ke dalam 2 kg tepung tapioca.
6. Setelah tepung tapioca dan air tercampur, melakukan penimbangan massa dengan menggunakan timbangan dan mengukur volume campurana tersebut dengan menggunakan gelas ukur. Kemudian, catat data yang telah didapat.
7. Menghidupkan dan mengatur *blower*, sehingga didapatkan debit yang diinginkan.
8. Setelah suhu awal tercapai, menyalakan motor untuk menggerakkan *hammer mill* dan *screw conveyor*
9. Setelah temperature sudah menunjukkan angka yang diinginkan, maka adonan tepung tersebut ke dalam inlet dan menyalakan *stopwatch* untuk memulai pengujian. *Stopwatch* dinyalakan pada saat adonan tepung masuk pertama kali menuju *screw conveyor*.
10. Mencatat waktu keluar pertama kali tepung kering dari cyclone untuk mengetahui waktu tinggal.
11. Setelah adonan tepung yang dimasukan sudah habis, *stopwatch* yang digunakan untuk menentukan tepung masuk, dimatikan dan tunggu beberapa menit sampai tepung yang sudah kering keluar semua. Kemudian mencatat lama waktu tepung masuk dan lama waktu tepung keluar melalui *cyclone separator*.

12. Setelah tepung kering sudah keluar semua, matikan semua peralatan tersebut dan mematikan *stopwatch* yang digunakan untuk mencatat waktu tepung keluar
13. Mencatat temperature T_1 dan T_2 pada alat *Thermoreader*
14. Menimbang dan mencatat massa dan volume tepung kering yang keluar.
15. Mengulang kembali pengujian dengan langkah-langkah diatas untuk variasi double cyclone dan debit aliran udara yang berbeda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Jumlah Cyclone dan Volume Flow Rate Terhadap Waktu Tinggal

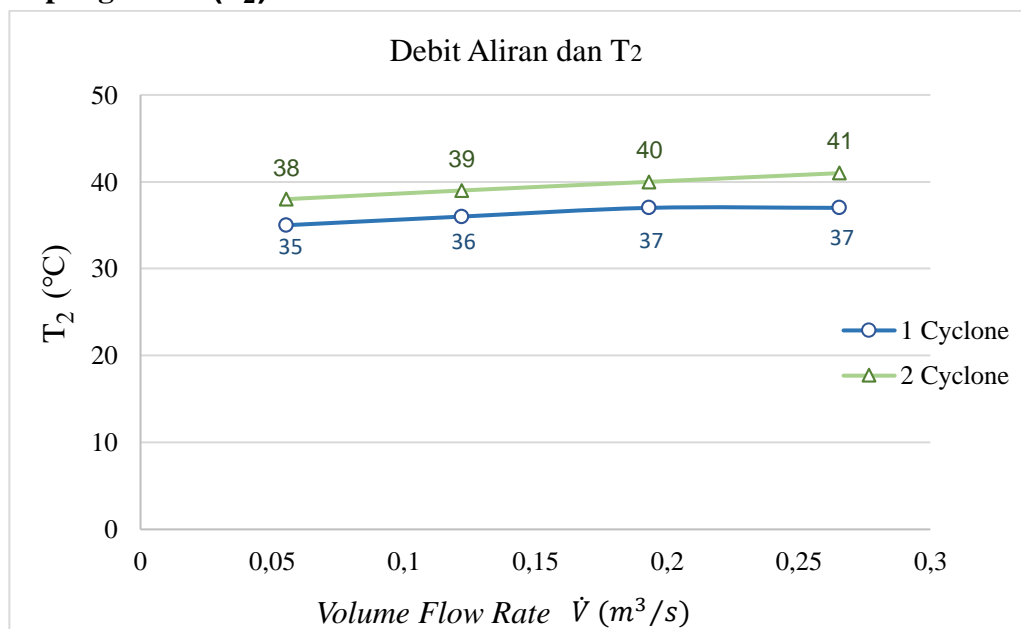


Gambar 6. Grafik pengaruh variasi *volume flow rate* 0,0554 m^3/s ; 0,1221 m^3/s ; 0,1933 m^3/s ; 0,2656 m^3/s terhadap waktu tinggal pada penggunaan 1 *cyclone* dan 2 *cyclone*

Gambar 6 menunjukkan grafik pengaruh *volume flow rate* terhadap waktu tinggal. Waktu tinggal yang paling singkat dihasilkan pada *volume flow rate* 0,2656 m^3/s yaitu 5,37 detik pada penggunaan 1 *cyclone*. Dengan *volum flow rate* yang sama, waktu tinggal yang paling singkat dihasilkan 5,37 detik pada penggunaan 2 *cyclone*. Terlihat pada grafik tersebut bahwa waktu tinggal mengalami penurunan seiring bertambahnya *volume flow rate*. Semakin kecil *volume flow rate*, maka waktu tinggal akan semakin lama. Hal ini dikarenakan

semakin cepat *volume flow rate*, menyebabkan mesin akan bekerja lebih cepat, sehingga proses pengeringan di dalam *hammer mill* akan berlangsung sangat cepat. Penggunaan 1 *cyclone* dan 2 *cyclone* tidak memiliki hubungan dengan waktu tinggal. Karena waktu tinggal adalah waktu rata rata untuk menghabiskan suatu zat dalam ruangan tertentu. Dalam kasus ini, proses menghabiskan suatu zat terjadi ketika proses penguapan pada permukaan tepung basah, sehingga kandungan airnya berkurang. Proses penguapan terjadi di dalam *hammer mill*.

3.2 Pengaruh Jumlah Cyclone dan Volume Flow Rate Terhadap Temperatur Tepung Akhir (T_2)

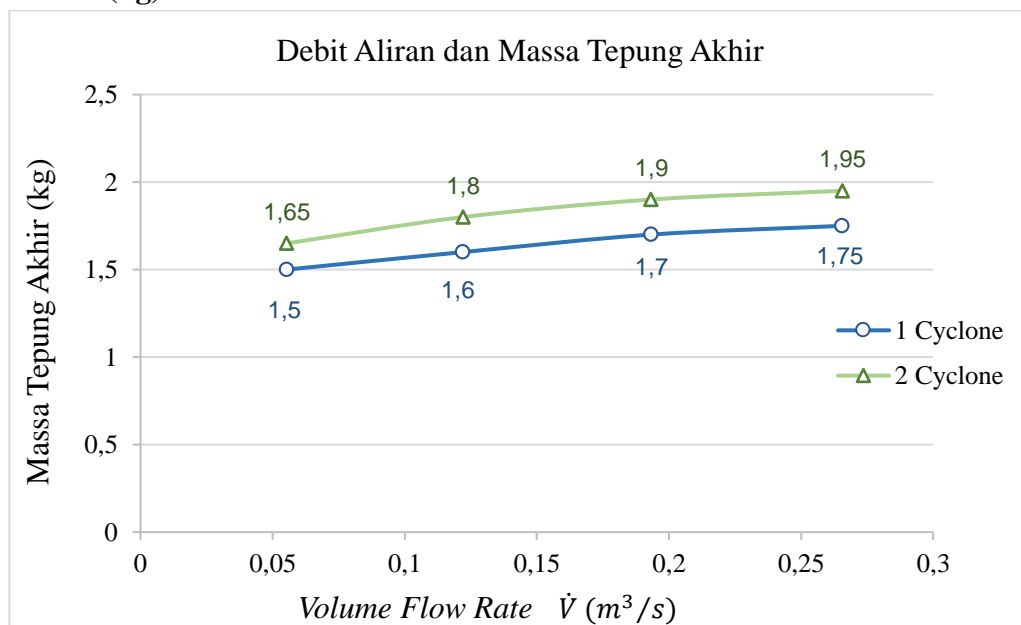


Gambar 7. Grafik pengaruh variasi *volume flow rate* 0,0554 m^3/s ; 0,1221 m^3/s ; 0,1933 m^3/s ; 0,2656 m^3/s terhadap Temperatur Tepung Akhir (T_2) pada penggunaan 1 *cyclone* dan 2 *cyclone*

Dari gambar 12 terlihat bahwa pada penggunaan 2 *cyclone* menghasilkan temperatur yang lebih rendah dibandingkan 1 *cyclone*. Dengan temperatur tepung akhir yang tertinggi sebesar 37°C pada *volume flow rate* 0,2656 m^3/s pada penggunaan 1 *cyclone* dan 41°C pada penggunaan 2 *cyclone*. Terlihat pada grafik tersebut bahwa temperatur tepung akhir (T_2) mengalami kenaikan trendline seiring bertambahnya *volume flow rate*. Hal ini disebabkan semakin besar *volume flow rate* akan mempersingkat waktu kontak panas antara bahan

dan udara, akibatnya akan mempengaruhi transfer kalor pada proses pengeringan. Transfer kalor dalam waktu yang singkat akan menyebabkan kalor yang digunakan untuk proses pengeringan semakin kecil sehingga akan menurunkan temperatur pengeringand dan hal itu akan menyebabkan temperatur tepung yang keluar akan semakin besar. Pada penggunaan 2 cyclone temperatur yang dihasilkan lebih tinggi daripada penggunaan single cyclone, hal ini disebabkan aliran udara panas yang berasal dari cyclone pertama tidak bisa masuk secara maksimal ke cyclone 2 karena pada bagian atas dari cyclone 1 ditambahkan sebuah saluran yang terhuubung dengan cyclone 2, sehingga udara hasil pengeringan yang seharusnya keluar melalui bagian atas dari cyclone 1, dialihkan menuju saluran penghubung tersebut. Namun pada kenyataan di lapangan, aliran udara panas tidak keluar melalui cyclone 2, melainkan melalui cyclone 1. Pada penelitian ini, perhitungan perpindahan panas dan massa yang terjadi di dalam cyclone tidak diperhitungkan atau dianalisis.

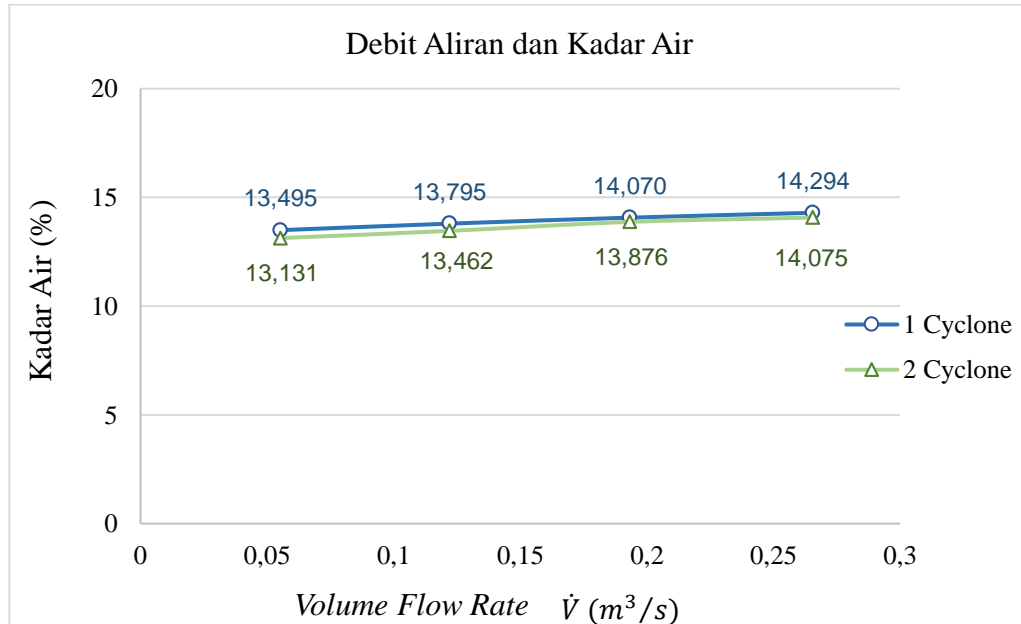
3.3 Pengaruh Jumlah Cyclone dan Volume Flow Rate Terhadap Massa Tepung Akhir (kg)



Gambar 8. Grafik pengaruh variasi *volume flow rate* 0,0554 m^3/s ; 0,1221 m^3/s ; 0,1933 m^3/s ; 0,2656 m^3/s terhadap kuantitas massa tepung akhir pada penggunaan 1 cyclone dan 2 cyclone

Pada gambar 8 dapat dilihat massa tepung akhir mengalami kenaikan trendline seiring bertambahnya *volume flow rate*. Kuantitas tepung akhir mencapai kondisi optimal ketika penggunaan 2 *cyclone* dengan kondisi *volume flow rate* 0,2656 m³/s, dihasilkan massa tepung akhir sebesar 1,95 kg. Hal ini disebabkan udara yang mengalir berguna untuk mengambil uap air dan menghilangkan uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan. Dengan kondisi *volume flow rate* yang tinggi akan menyebabkan air pada tepung yang diuapkan tidak maksimal atau air yang diuapkan sedikit, hal ini menyebabkan kuantitas tepung yang keluar menjadi lebih berat karena masih ada kandungan air yang lumayan banyak. *Volume flow rate* yang tinggi akan menyebabkan panas yang diserap oleh tepung basah lebih sedikit dan udara panas cepat hilang dan lebih banyak yang keluar menuju bagian atas *cyclone*, sehingga tepung yang dihasilkan mengandung kadar air yang masih tinggi (sedikit basah). Oleh sebab itu, untuk mengurangi kerugian akibat udara panas yang terbuang secara tidak maksimal, maka digunakan double *cyclone*. Bertujuan untuk mengalirkan udara panas menuju ke *cyclone* kedua dan mencegah butiran partikel keluar menuju bagian atas *cyclone* pertama, sehingga massa tepung akhir yang dihasilkan menjadi lebih kering. Seperti pada gambar 15, hasil massa tepung pada penggunaan 2 *cyclone* lebih banyak karena memiliki kadar air yang rendah.

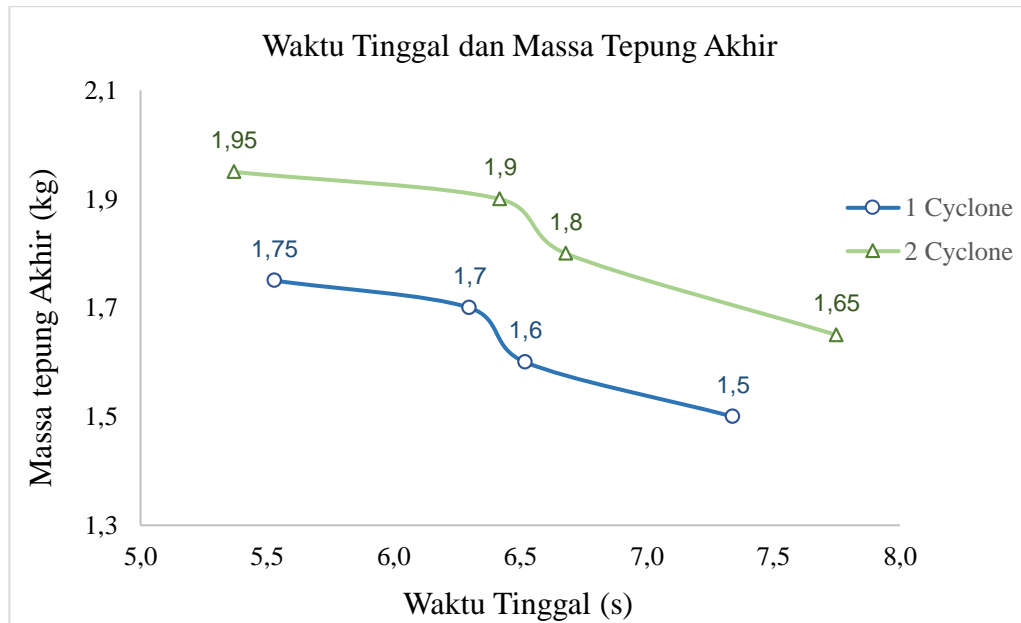
3.4 Pengaruh Jumlah Cyclone dan Volume Flow Rate Terhadap Kadar Air (Moisture Content)



Gambar 9. Grafik pengaruh variasi *volume flow rate* 0,0554 m^3/s ; 0,1221 m^3/s ; 0,1933 m^3/s ; 0,2656 m^3/s terhadap Kadar Air (*Moisture Content*) pada penggunaan 1 *cyclone* dan 2 *cyclone*

Berdasarkan gambar 9 dapat dilihat perolehan kadar air semakin meningkat seiring kenaikan *volume flow rate*. Didapatkan hasil kadar air yang optimal pada saat *volume flow rate* 0,2656 m^3/s dengan penggunaan 2 *cyclone* sebesar 14,075%, sedangkan untuk penggunaan 1 *cyclone* didapatkan kadar air sebesar 14,294%. Hal ini disebabkan karena *volume flow rate* yang tinggi akan menyebabkan kontak panas antara udara kering dengan bahan akan menjadi terlalu singkat, akibatnya proses pengeringan menjadi tidak efektif karena air yang diupkan hanya sedikit dan kadar air dari produk akhir biasanya masih lebih tinggi. Pada penggunaan 2 *cyclone* akan menyebabkan temperatur di dalam *cyclone* semakin besar yang diakibatkan oleh aliran udara panas yang tidak bisa bergerak menuju bagian atas *cyclone* karena saluran tersebut disambungkan dengan pipa menuju ke *cyclone* 2, sehingga aliran udara panas terpaksa keluar melewati saluran tepung hasil pengeringan. Keadaan temperatur yang tinggi di dalam *cyclone* akan memaksimalkan proses penguapan pada permukaan tepung.

3.5 Pengaruh Jumlah Cyclone dan Waktu Tinggal Terhadap Massa tepung Akhir

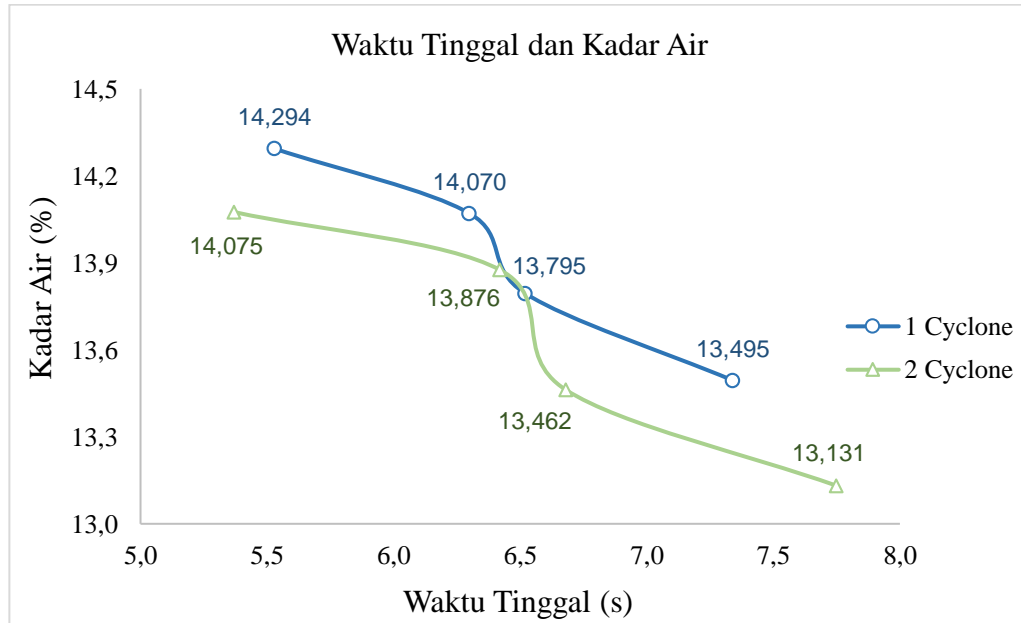


Gambar 10. Grafik pengaruh waktu tinggal dan jumlah cyclone terhadap massa tepung akhir

Pada gambar 10 terlihat bahwa Massa tepung akhir memiliki trendline yang semakin menurun terhadap waktu tinggal. Didapatkan nilai optimum massa tepung akhir terjadi saat waktu tinggal yang singkat yaitu massa akhir yang dihasilkan sebesar 1,95 kg dengan waktu tinggal 5,37 detik pada penggunaan 2 cyclone. Kemudian saat waktu tinggal semakin lama 7,75 detik didapatkan massa akhir yang dihasilkan yaitu 1,65 kg dengan penggunaan 2 cyclone. Hal ini dikarenakan waktu tinggal (*residence time*) berhubungan dengan daya pada rumus, $P = \frac{w}{t}$. Dapat dilihat dari rumus tersebut, bahwa daya berbanding lurus dengan waktu. Jadi jika daya semakin besar, maka waktu yang dibutuhkan juga semakin lama, begitu juga sebaliknya. Waktu tinggal; yang singkat akan mempengaruhi daya mesin untuk melakukan proses pengeringan menjadi lebih rendah sehingga proses pemasanasan bahan menjadi tidak maksimal dan kandungan air yang terdapat pada tepung tidak dapat diuapkan secara baik, sehingga menghasilkan tepung dengan ukuran partikel yang besar dalam jumlah yang banyak. Ukuran partikel yang besar terjadi karena butiran tepung tersebut

masih mengandung jumlah air yang cukup banyak, sehingga menyebabkan massa tepung yang dikeringkan menjadi lebih berat dibandingkan dengan kuantitas massa tepung pada waktu tinggal yang lebih lama.

3.6 Pengaruh Jumlah *Cyclone* dan Waktu Tinggal Terhadap Kadar Air

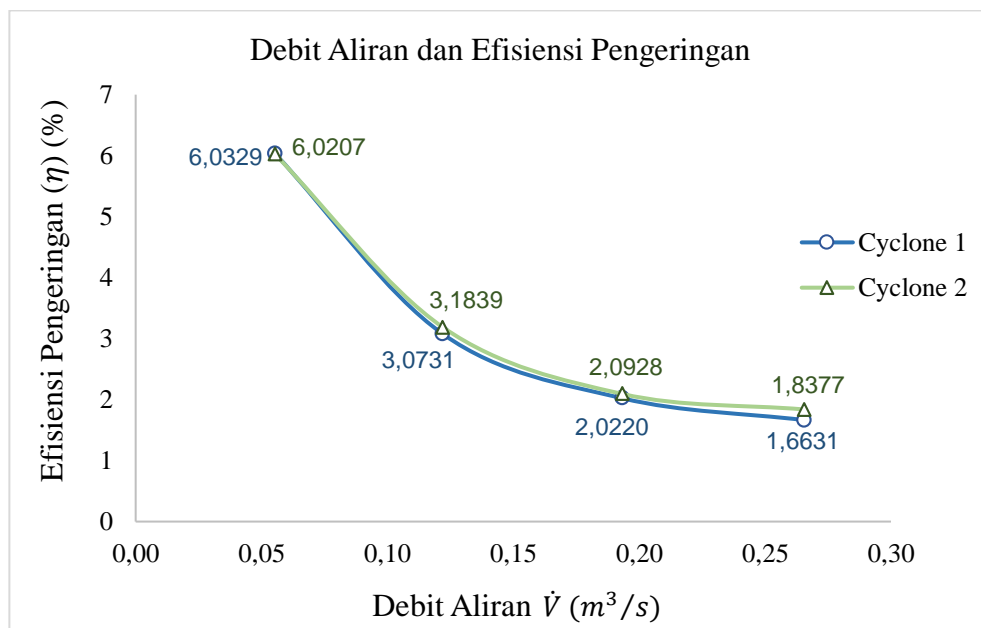


Gambar 11. Grafik pengaruh waktu tinggal dan jumlah *cyclone* terhadap kadar air

Berdasarkan gambar 11 hasil kadar air yang optimal terdapat pada penggunaan 2 *cyclone* dengan waktu tinggal yang semakin lama, didapatkan data kadar air sebesar 13,131% dengan waktu tinggal 7,75 detik. Sehingga semakin besar waktu tinggal akan menghasilkan kadar air yang semakin besar. Hal ini dikarenakan waktu tinggal (*residence time*) berhubungan dengan daya pada rumus, $P = \frac{w}{t}$. Dapat dilihat dari rumus tersebut, bahwa daya berbanding lurus dengan waktu. Jadi jika daya semakin besar, maka waktu yang dibutuhkan juga semakin lama, begitu juga sebaliknya. Waktu tinggal yang singkat akan menurunkan daya mesin, sehingga proses penguapan tidak maksima dan air yang diuapkan hanya sedikit kadar air dari produk akhir biasanya masih lebih tinggi. Pada penggunaan 2 *cyclone*, kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena penggunaan *cyclone*

akan mempengaruhi temperature akhir produk lebih tinggi dengan kecepatan aliran fluida dingin yang semakin besar, temperatur akhir produk yang lebih tinggi menyebabkan air yang diupakan pada tepung semakin maksimal dan menghasilkan massa tepung akhir yang lebih halus dengan kadar air yang semakin kecil.

3.7 Pengaruh Jumlah Cyclone Dan Volume Flow Rate Terhadap Efisiensi Pengeringan



Gambar 17. Grafik pengaruh variasi *volume flow rate* 0,0554 m^3/s ; 0,1221 m^3/s ; 0,1933 m^3/s ; 0,2656 m^3/s terhadap Efisiensi Pengeringan (η) pada penggunaan 1 cyclone dan 2 cyclone

Berdasarkan gambar 17p efisiensi pengeringan yang memiliki nilai optimal terjadi saat *volume flow rate* 0,2656 m^3/s dengan penggunaan 2 cyclone yaitu sebesar 6.0207%. efisiensi pengeringan maksimum pada penggunaan 1 cyclone yaitu 6,0329 % pada *volume flow rate* 0,2656 m^3/s . Semakin besar *volume flow rate* akan menghasilkan efisiensi pengeringan yang sangat rendah karena kontak panas yang terjadi antar bahan dan udara panas yang terjadi berlangsung sangat cepat dan mengakibatkan proses penguapan tidak maksimal, sehingga tepung yang dihasilkan masih sedikit basah/memiliki kadar air yang tinggi. Pada penggunaan 2 cyclone efisiensi lebih besar daripada penggunaan 1 cyclone

karena pada penggunaan 2 cyclone temperatur hasil pengeringan lebih besar sehingga tepung yang dihasilkan lebih kering dan halus jika dibandingkan pada penggunaan 1 cyclone.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. *Flash Dryer* dapat bekerja secara optimal pada saat *Volume Flow Rate* sebesar $0,0554 \text{ m}^3/\text{s}$ pada penggunaan double cyclone, dimana kuantitas massa tepung hasil pengeringan yaitu 1,65 kg dengan kadar air sebesar 13,131% pada temperatur pengeringan 38°C . Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil *volume flow rate* dan penggunaan jumlah cyclone yang banyak, menyebabkan temperatur hasil pengeringan semakin kecil. Hal ini mengakibatkan massa tepung setelah pengeringan menjadi lebih sedikit namun memiliki kadar air yang lebih rendah.
2. Pengaruh waktu tinggal terhadap massa akhir tepung adalah semakin besar waktu tinggal menyebabkan massa tepung akhir yang lebih sedikit. Didapatkan massa akhir tepung terendah adalah 1,5 kg dengan waktu tinggal 7,34 s pada penggunaan 1 *cyclone*.
3. Pengaruh waktu tinggal terhadap kadar air tepung yang dihasilkan adalah semakin besar waktu tinggal menyebabkan kadar akhir yang dihasilkan yang lebih sedikit. Didapatkan kadar air terendah adalah 13,131% dengan waktu tinggal 7,75 s pada penggunaan 2 *cyclone*.
4. Efisiensi pengeringan yang optimal terjadi pada variasi *Volume Flow Rate* $0,2656 \text{ m}^3/\text{s}$ pada penggunaan single cyclone yaitu efisiensi pengeringan sebesar 36,284%. Semakin besar *volume flow rate* maka efisiensi pengeringan semakin besar.

4.2 Saran

1. Ukuran partikel produk akhir harus diperhitungkan, sehingga dapat menentukan kehalusan butiran produk akhir
2. Dibutuhkan alat untuk kadar air, agar data yang dihasilkan lebih akurat.

3. Dibutuhkan alat ukur kelembapan untuk mengukur temperature ruangan saat dilakukannya pengujian.
4. Pisau yang terdapat di *screw conveyor* kurang banyak dan panjang, sehingga adonan tepung tidak bisa berjalan maksimal menuju saluran *hammer mill*, sehingga menyebabkan adonan tersebut tertahan diantara saluran *screw conveyor* dan saluran masuk *hammer mill*

PERSANTUNAN

Terimakasih kepada Bapak Ir.Sartono Putro, M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2011). **Agro inovasi : Inovasi Pengolahan singkong Meningkatkan Pendapatan dan Divesifikasi Pangan**. Retrieved from www.litbang.deptan.go.id
- Nugroho,J., Primawati dan N.Bintoro (2012). **Proses Pengeringan Singkong (Manihot esculenta crantz) Parut dengan Menggunakan Pneumatic Dryer**. *Prosiding Seminar Nasional Perteta*. 13-14 Juli 2012 : 97–104.
- Pelegrina, A. H., & Crapiste, G. H. (2001). **Modelling The Pneumatic Drying Of Food Particles**. *Journal of Food Engineering* 48(4) : 301–310.
[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00170-9](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00170-9)
- Rasyid, S. (2016). **Variasi Ketinggian Cyclone Separator Terhadap Kualitas Hasil Pengeringan Flash Dryer Dengan Menggunakan 1 Cyclone Dan 2 Cyclone**, Program Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Sabarez, H. T. (2015). **Modeling Food Processing Operations**, Chapter 1
Modelling of drying processes for food materials : (95-100).
<https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-284-6.00004-0>
- Suherman, S., & Hidayati, N. (2018). **Performance Evaluation of Pneumatic**

Dryer for Aren (Arenga piñata) Flour . *MATEC Web of Conferences*, 156, 05023. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201815605023>

Tue Nenu, R. K., & Yoshida, H. (2009). **Comparison Of Separation Performance Between Single And Two Inlets Hydrocyclones.** *Journal Of Advanced Powder Technology* 20(2) : 195–202.
<https://doi.org/10.1016/j.apr.2008.08.004>

Verdijck, G. J. C., Weiss, M., & Preisig, H. A. (1998). **Modelling Of A Pneumatic Dryer For Potato Starch.** *Journal of Food Engineering* 37(3) : 243–258. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(98\)00093-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(98)00093-4)

Yus, W., Philipus, B., & Jayadi. (2018). **Relationship Modelling Between Moisture Content Of Flour And Variables Of Two-Cycle Drying Process Of Cassava Flour using Pneumatic Dryer.** *E3S Web of Conferences*, 73, 05014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187305014>

Yus Witdarko , Nursigit Bintoro, Bandul Suratmo, B. R. (2016). **Pemodelan Proses Pengeringan Mekanis Tepung Casava dengan Menggunakan Pneumatic Dryer : Hubungan Kapasitas Output dengan Variabel Proses Pengeringan.** *Agritech Journal* 36(2) : 233–239.